

SVERIGE

(12) PATENTSKRIFT

(13) C2

(11) 516 999

(19) SE

(51) Internationell klass 7
G01B 11/30

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

(45) Patent meddelat 2002-04-02
(41) Ansökan allmänt tillgänglig 2001-11-06
(22) Patentansökan inkom 2000-05-05
(24) Löpdag 2000-05-05

(21) Patentansöknings-
nummer 0001638-6

Ansökan inkommen som:

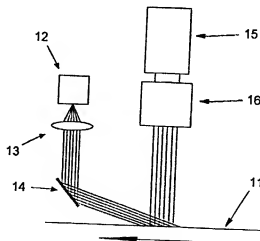
(62) Samansöknings nummer
(68) Internationell ingivningsdag
(66) Ingivningsdag för ansökan
om europeisk patent
(63) Deposition av mikroorganism

☒ svensk patentansökan
fullföljd internationell patentansökan
med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan
med nummer

(30) Prioritetsuppgifter

- (73) PATENTHAVARE Roger Tuomas, Snövägen 439 B 976 33 Luleå SE
Matti Rantatalo, Snövägen 38 B 976 34 Luleå SE
(72) UPPFINNARE Roger Tuomas, Luleå SE, Matti Rantatalo, Luleå SE
(74) OMBUD Roland Åslund
(54) BENÄMNING Sätt att mäta ytstruktur
(56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER:
SE C2 508 822 (G01B 11/30), SE C2 511 985 (G01B 11/24),
EP B1 586 795 (G01B 11/30)
(57) SAMMANDRAG:

Man mäter ytstruktur på en yta genom att ta två eller flera bilder med en progressive-scan CCD kamera med släpljus som för kommer från olika håll för de olika bilderna. Man gör en tvådimensionell fourirtransform på varje bild och lägger ihop dessa två spektran till ett spektrum som utgör en approximation av det korrekta spektrat för ytan som fotograferas. Detta spektrum åskådliggör ytstrukturen. Man kan göra detta on-line i en pappersmaskin och få lika bra mätresultat på ytstrukturen som vid konventionella laborietester.



PRV Patent använder följande dokumentkoder för sina patentskrifter

kod	klartext	kod	klartext
A	allmänt tillgänglig patentansökan	L	allmänt tillgänglig
B	utläggningsskrift *	T1	översättning av kraven i europeisk patentansökan
B5	rättad utläggningsskrift *	T2	rättelse av översättning av kraven i europeisk patentansökan
C	patentskrift *	T3	översättning av europeisk patentskrift
C1	patentskrift *	T4	översättning av europeisk patentskrift i ändrad avfattning
C2	patentskrift	T5	rättad översättning av europeisk patentskrift
C3	rättad patentskrift	T6	rättad översättning av europeisk patentskrift
C5	rättad patentskrift *	T9	korrigerad översättning av europeisk patentskrift
C8	korrigerad första sida till patentskrift		
E	patentskrift i ändrad lydelse		
E8	korrigerad första sida till patentskrift i ändrad lydelse		
E9	rättad patentskrift i ändrad lydelse		

* publicerad under äldre lagstiftning

Nationskoder

AP African Regional Industrial Property Organization (ARIPO)	CN Kina	KI Kiribati	RU Rysska Federationen
EA Eurasian Patent Office (EAPO)	CO Colombia	KM Comorena	RW Ruanda
EP Europeiska Patentverket (EPO)	CR Costa Rica	KN St Kitts	SA Saudi-Arabien
GA African Intellectual Property Organization (OAPI)	CU Kuba	KP Dem. Folkrepubliken Korea	SB Salomonöarna
WO World Intellectual Property Organization (WIPO)	CV Kap Verde	KR Republiken Korea	SC Seychellerna
IB WIPO (i vissa fall)	CY Cypern	KW Kuwait	SD Sudan
AD Andorra	CZ Tjeckiska republiken	KY Cayman-öarna	SE Sverige
AE Förenade Arabemiraten	DE Tyskland	KZ Kazakstan	SG Singapore
AF Afghanistan	DJ Djibouti	LA Laos	SH St Helena
AG Antigua	DK Danmark	LB Libanon	SI Slovenien
AJ Anguilla	DM Dominica	LC Saint Lucia	SK Slovakien
AL Albanien	DO Dominikanska republiken	LJ Liechtenstein	SL Sierra Leone
AM Armenien	DZ Algeriet	LK Sri Lanka	SM San Marino
AN Nederländerna	EC Ecuador	LR Liberia	SN Senegal
AO Angola	EE Estland	LS Lesotho	SO Somalia
AR Argentina	EG Egypten	LT Litauen	SR Surinam
AT Österrike	ES Spanien	LU Luxemborg	ST São Thomé
AU Australien	ET Etiopien	LV Letland	SV El Salvador
AZ Azerbajdjan	FI Finland	LY Libyen	SY Syrien
BA Bosnien och Hercegovina	FJ Fiji-öarna	MA Marocko	SZ Swaziland
BB Barbados	FK Falklandsöarna	MC Monaco	TD Tchad
BD Bangladesh	FR Frankrike	MD Moldavien	TG Togo
BE Belgien	GA Gabon	MG Madagaskar	TH Thailand
BF Burkina Faso	GB Storbritannien	MK Makedonien	TJ Tadjikistan
BG Bulgarien	GR Grekland	ML Mali	TN Turkmenistan
BH Bahrain	OE Georgien	MM Myanmar	TM Tunisien
BI Burundi	GH Ghana	MN Mongoliet	TG Tonga
BJ Benin	GI Gibraltar	MR Mauretanien	TR Turkiet
BM Bermuda	GM Gambia	MS Montserrat	TT Trinidad och Tobago
BO Bolivia	GN Guinea	MT Malta	TU Turku
BR Brasilien	GQ Ekvatorial Guinea	MU Mauritius	TW Taiwan
BS Bahamasöarna	GR Grekland	MV Maldiverna	TZ Tanzania
BT Bhutan	GT Guatemala	MW Malawi	UA Ukraina
BW Botswana	GW Guinea-Bissau	MX Mexiko	UG Uganda
BY Vitryskland	GY Guyana	MY Malaysia	US Förenta Staterna (USA)
BZ Belize	HK Hongkong	MZ Mozambique	UY Uruguay
CA Kanada	HN Honduras	NA Namibia	UZ Uzbekistan
CF Centralafrikanska Republiken	HR Kroatien	NG Nigeria	VA Vatikanstaten
CG Kongo	HT Haiti	NI Nicaragua	VC St Vincent
CH Schweiz	HU Ungern	NL Nederländerna	VE Venezuela
CJ Elfenbenskusten	ID Indonesien	NO Norge	VG Jungfruöarna
CL Chile	IE Irland	NP Nepal	VN Viet Nam
CM Kamerun	IL Israel	NR Nauru	VU Vanuatu
	IN Indien	NZ Nya Zeeland	WS Samoa
	IQ Irak	OM Oman	YE Jemen
	IR Iran	PA Panama	YU Jugoslavien
	IS Island	PE Peru	ZA Sydafrika
	IT Italien	PG Papua Nya Guinea	ZM Zambia
	JM Jamaica	PH Filippinerna	ZR Zaire
	JO Jordanien	PK Pakistan	ZW Zimbabwe
	JP Japan	PL Polen	
	KE Kenya	PT Portugal	
	KG Kirgistan	PY Paraguay	
	KH Kambodja	RO Rumänien	

Tekniskt område

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett sätt att mäta ytstruktur på ett material varvid man belyser ytan med släpljus och fotograferar den elektroniskt med en CCD kamera varefter man gör en 2-dimensionell fourirtransformation för att få ett spektrum av intensiteten i den erhållna bilden.

Bakgrund till uppfinningen och kort beskrivning av känd teknik

I pappersindustrin är kunskap om de parametrar som styr papperskvalitén avgörande för möjligheten att kunna producera ett papper med rätt kvalitet. Ej tillräcklig information om dessa parametrar kan i värsta fall leda till att papper med en icke önskad egenskap produceras. Det är därför av stor vikt att känna till egenskaperna på så många av de inverkande variablerna som möjligt. Ytstrukturen på papperet är en av dessa och speciellt intressant för papperets förmåga att återge tryck. Kraftiga periodiska störningar i papperets yta kan medföra defekter vid tryck och kan härstammar från t.ex. slitna pressfilter.

Det är nödvändigt att kunna förutse när pressfilter och viror är uttjänta så att felproducerat papper och onödiga driftstopp kan undvikas. Att konstatera vilken av dessa som orsakar en icke önskad periodisk störningen i ytstrukturen, så att rätt filt/vira kan bytas, vore önskvärt. Detta skulle medföra att utnyttjandegraden för filter/viror kunde optimeras.

I dag mäts och kontrolleras papperets yta och bidraget från de periodiska vävorna (filter/viror) med lasermätningar i laboratorium. Pappersprover klipps ut och mäts offline. Denna mätning är en fin och noggrann mätmetod men mycket tidskrävande. Att tolka resultatet från dessa mätningar kan också vara svårt då provbitarna är små och få jämfört med mängden producerat papper. Den vanligaste mätmetoden för ytråhet är dock läckage mätningar av typ PPS och Bendtsen. Dessa mätningar ger ytråhetsparametrar baserade på den volym luft som passerar mellan ett munstycke och papprets yta. Vid en rå yta passerar stor mängd luft och vid en fin mindre. I produktionen görs detta vid varje byte av pappersrulle. Detta betyder att endast en mätning görs på 2,5 km producerat papper. Dessa enskilda prov är inte nödvändigtvis

representativa för en så stor mängd producerat papper och sannolikheten för att upptäcka periodiskt återkommande fel är låg.

I dagsläget är efterfrågan stor på ytråhetsmätare med en högre frekvens på mätningarna, för att få ett bättre statistiskt säkerställt provresultat. En stor samling mätdata ger större kunskap och erfarenhet om pappersytans beskaffenhet och kommer att underlätta analysen av papperskvaliteten. Idag finns ingen metod som tillhandahåller ett mätvärde som kan jämföras med kvalitén på mätvärdena från mätningar utförda i laboratorium.

Genom EP-0586 795-A är det känt att belysa en sandpappersbana med släpljus och ta bilder med en CCD-kamera och sedan göra en 2-dimensionell fourirtransformation för att erhålla ett frekvensspektrum. Denna metod kan ge tillräcklig noggrannhet för det ändamålet, men noggrannheten är inte av den klass som erfordras exempelvis vid papperstillverkning.

Uppfinningens ändamål och kort beskrivning av uppfinningen

Det är ett ändamål med uppfinningen att mäta ytstrukturen på en yta snabbt och med stor noggrannhet och detta uppfylls i princip genom att man tar minst två bilder i följd med släpljus från olika håll och gör fourirtransformationen på varje bild, varefter man tar hela eller en del av spektrat från varje bild och lägger ihop till ett spektrum för att skapa en approximation av det korrekta spektrat för ytan. Uppfinningen har därvid givits de kännetecken som definieras i patentkraven.

Figuruppräknig

- Figur 1 är en schematisk representation av en del av en anordning för att ta bilder av en yta och denna anordning är användbar vid utförandet av sättet enligt uppfinningen.
- Figur 2 är ett flödesschema över en bildbehandling av bilder tagna med anordningen enligt figur 1 och denna bildbehandling är i enlighet med sättet enligt uppfinningen.

- Figur 3 är ett diagram med ytråhet på Y-axeln och ett antal pappersprover på x-axeln och den visar resultatet av en mätning enligt uppfinningen och en PPS mätning.
- Figur 4 visar på samma sätt som figur 3 en jämförelse mellan mätningen enligt uppfinningen och enligt Bendtsen.
- Figur 5 visar på samma sätt som figurerna 3 och 4 en jämförelse mellan två mätningar, men båda mätningarna har utförts enligt uppfinningen.

Beskrivning av ett föredraget utförande

Figur 1 visar en yta 11 vars struktur ska bestämmas. Ytan 11 kan vara ytan på en förbirusande pappersbana i en pappersmaskin som rör sig som pilen visar. En sådan pappersbana rör sig vanligen med en hastighet som överstiger 10 m/s. En ljuskälla 12 belyser ytan 11 via en optik 13 som ger ett parallellt ljusknippe som träffar en spegel 14 så att det faller in snett mot ytan 11 och ger ett släpljus. En CCD-kamera 15 med ett objektiv 16 är riktad vinkelrätt mot ytan 11 för att ta bilder av den belysta delen av ytan. Det parallella ljusknippet 17 faller in längs med materialbanan. En likadan anordning med ljuskälla, optik och spegel är anordnad att ge ett likadant snett infallande ljus som är riktat tvärs materialbanan, dvs vinkelrätt mot materialbanans rörelseriktning. Eftersom de två anordningarna för att rikta ljus mot ytan 11 är exakt likadana visas bara den ena.

Ljuskällorna 12 kan lämpligen vara stroboscoplampor med xenon. CCD-kameran 15 är lämpligen en progressive scan kamera, dvs en CCD kamera där alla pixelsensorer var för sig läser av ljusintensiteten vid samma ögonblick. Dessa avlästa intensiteter ger tillsammans en ögonblicksbild av ytan. Kameran 15 och de två stroboscoplamporna 12 är kopplade till en dator med ett videokort, en framegrabber, som gör det möjligt att koppla ihop kameran med datorn. Kortet triggar lamporna i tur och ordning och triggar samtidigt kameran så att kameran tar bilder i tur och ordning med en lampas lysande i taget.

Figur 2 åskådliggör bildanalysen av två bilder tagna i följd. Ytelementen som kameran läser av har betecknats med 11a och 11b. Ljusstrålarna som infaller tvärs pappersbanan har betecknats 30 och de ljusstrålar som infaller längs pappersbanan har betecknats 31. De belyser respektive ytelement 11a och 11b och ger upphov till var sin bild. Bilderna behandlas på samma sätt och ger upphov till två frekvensspektrum som betecknats 33 och 34. I en bild tagen med släppljus kommer dalar parallella med ljuset att belysas och de kommer inte att kunna särskiljas från en helt slät yta. Tillsammans ger informationen från bilder tagna i släppljus från olika håll mer information om ytan än en bild kan göra.

Varannan bild tas med ljus från ena ljuskällan och varannan bild med ljus från andra ljuskällan. Framegrabbern trigger samtidigt den ena ljuskällan och kamerans alla pixelsensorer och sedan samtidigt den andra ljuskällan och kamerans alla pixelsensorer så att man får två bilder med ljusinfall för den ena i rätt vinkel mot ljusinfallet för den andra. Bilderna kan exempelvis vara mellan 2 och 4 cm i fyrkant och det kan vara 40 ms mellan bilderna. Pappersbanan kan då ha rört sig 40 cm i banans riktning. För att täcka hela pappersbanan kan man ha kameran traverserande så att den rör sig några mm mellan bilderna. Bilderna kommer då att tas i en sicksack bana utmed pappersbanan. Vid en pappersmaskin där pappersbanan rör sig med 10-15 m/s kan det vara lämpligt att kontinuerligt ta bilder med högst 100 ms mellan bilderna.

I flödesschemat, **figur 2**, anger rutorna 40 en kompenserig för ojämn belysning. Vid parallellt ljus skall detta ej behövas. Man kan även högpasfiltera bilden för att bli av med ojämn belysning. På så sätt försvinner de storskaliga variationerna i bilden. En högpas och en lågpasfiltering väljer ut ett frekvensband men tar tid. Vid bra belysning med helt parallellt ljus behövs inte funktionen i den här rutan.

Funktionen i rutorna 41 utgör en subtraktion av medelvärdet för alla pixlars ljusvärde (effekt) från varje pixels ljusvärde. På detta sätt tar man bort den effekt (det ljusvärde) som beror på bildens generella ljusnivå.



Funktionen i rutorna 42 är en 2-dimensionell fourirtransformation. Effektfördelningen i bilden erhålls genom denna 2 D Fouriertransform. Den 2 D Fouriertransformerade bilden består av en matris med samma dimensioner som ursprungsbilden hade. Varje element i matrisen består av ett komplext tal med realdel och imaginärdel. Eftersom det är intensiteten (effekten) för varje element som är intressant, tas absolutbeloppet av dessa. Varje element (pixel) i den 2-dimensionella matrisen representerar en struktur i pappersytan. Effekten i denna struktur (dvs hur grov den strukturen är) ges av absolutbeloppet. Fasen går också att få ut men är inte intressant om man endast vill veta hur kraftig strukturen är.

De två frekvensspektra 33,34 man får från de ursprungliga bilderna läggs ihop till ett spektrum 35 som då utgör en approximation av det korrekta spektrat för papperets yta. Det har visat sig ha föga betydelse att de två bilderna inte är tagna på exakt samma del av papperet utan är tagna på några decimeters avstånd från varandra. Eftersom varje bild har släppljus från endast ett håll kommer det att vara tomma "tårbitar" i varje bild som framgår av spektrana 33 och 34. Man kan alternativt till att addera hela dessa spektra eller "klippa" ut delar av dem och addera så att de inte överlappar varandra. Det senare kan var fördelaktigt särskilt om man tar fler än två bilder och lägger ihop deras spektra. Man kan exempelvis ta tre bilder med 120 graders vinkel mellan de infallande ljusstrålarna.

Vid papperstillverkning kan datorn jämföra de hoplagda spektra som man får med jämna mellanrum (ungefär varje sekund) och man kan på detta sätt detektera fel och störningar i ytstrukturen och även korrelera dem till deras läge längs pappersbanan som kan vara flera km lång. Man kan också se tendenser till försämrad kvalitet och åtgärda felet på ett tidigt stadium så att man undviker att producera papper av felaktig kvalitet. Med den betydande kunskapsbank som man kan bygga upp med on-line mätningen som grund kan processen trimmas och slitna pressfilter och viror, exempelvis, kan bytas innan dessa orsakar icke önskade strukturer i pappersytan. Därmed förhindras onödiga produktionsstopp och man får en betydande kvalitetsförbättring och minskar kvalitetsbristkostnaderna.



I en testrigg med hastigheten 20 m/s har 28 pappersprover provats med det beskrivna förfarandet i on-line mätning och resultatet har jämförts med PPS mätning och Bendtsen mätning. I diagrammet som återges som **figur 3** har strukturmätningen enligt PPS visats med heldragen linje och on-line mätningen enligt uppfinningen med streckad linje. X-axeln visar 28 olika pappersprov. Diagrammet visar en mycket god överensstämmelse mellan de båda strukturmätningsskallmetoderna.

Diagrammet som återges som **figur 4** visar på motsvarande sätt att överensstämmelsen mellan Bendtsen test och on-line mätningen är lika god.

Figurema 4 och 5 visar att överensstämmelsen mellan on-line mätningen och var och en av de två laboratoriemätningarna är ungefär lika god som mellan de två laboratoriemätningarna.

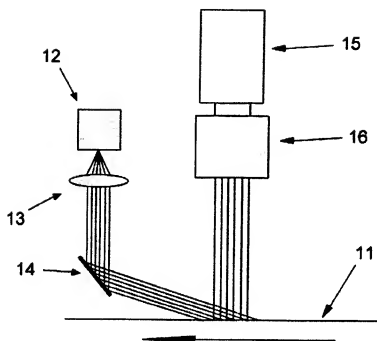
I diagrammet som återges som **figur 5** visas en jämförelse mellan strukturmätningar enligt uppfinningen vid hastigheten 20 m/s och vid stillastående. Detta visar på en överraskande god överensstämmelse mellan förfarandet att ta två bilder på ett och samma ytelement och förfarandet att ta bilderna på två varandra närliggande ytelement.

Uppfinningen är exemplifierad med användningen vid papperstillverkning, men den kan användas i många andra sammanhang, såväl för mätning på rörliga material som stillastående material. I stället för en kamera såsom visats kan man i enlighet med uppfinningen i stället ha två kameror i linje och trigga dem i förhållande till materialbanans hastighet så att kamerorna tar bilder på samma ytelement, men som testerna visar är detta i normalfallet inte nödvändigt. Man kan också tänka sig att ha en kamera, alternativt en optik, som är rörlig så att man får bilder på samma ytelement i två bilder i rad.

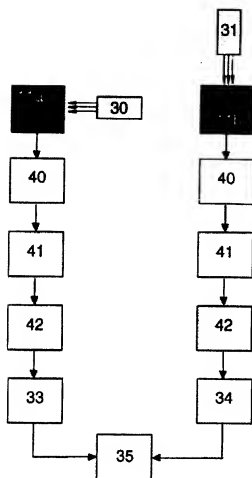
Patentkrav

1. Sätt att mäta ytstruktur på ett material varvid man belyser ytan (11) med släpljus och fotograferar den elektroniskt med en CCD kamera eller motsvarande (15) varefter man gör en fourirtransformation för att få ett spektrum av intensiteten i den erhållna bilden,
kännetecknat av
att man tar minst två bilder med släpljus från olika håll och gör fourirtransformationen på varje bild, varefter man tar hela eller en del av spektrat (33,34) från varje bild och lägger ihop till ett spektrum för att skapa en approximation av det korrekta spektrat för ytan.
2. Sätt enligt patentkrav 1, **kännetecknat av** att man från varje bild subtraherar bildens ljusmedelvärde innan man gör fourirtransformationen.
3. Sätt enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat av** att man mäter on-line på en materialbana (11) i snabb rörelse och jämför konsekutivt erhållna hoplagda spektra för att indikera eventuella fel i den förbirusande materialbanan.
4. Sätt enligt patentkrav 3, **kännetecknat av** att man mäter alla pixlar samtidigt.
5. Sätt enligt patentkrav 3 eller 4, **kännetecknat av** att man traverserar kameran (15) över materialbanan.
6. Sätt enligt något av patentkraven 3-5, **kännetecknat av** att man tar bilder med högst 100 ms mellan bilderna vars spektra läggs ihop.

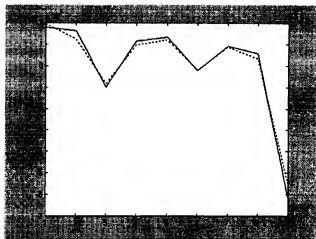
FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 5



19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

Measuring method for a surface structure of a material by lighting up the surface with drag light and photographing it electronically with a CCD-camera

Publication number: SE516999 (C2)

Publication date: 2002-04-02

Inventor(s): TUOMAS ROGER; RANTATALO MATTI

Applicant(s): TUOMAS ROGER [SE]; RANTATALO MATTI [SE]

Classification:

- international: G01B11/30; G01B; G01B11/30; (IPC1-7): G01B11/30

- European:

Application number: SE20000001638 20000505

Priority number(s): SE20000001638 20000505

Also published as:

 SE0001638 (L) SE0001638 (L)**Abstract of SE 516999 (C2)**

The method involves lighting up a surface (11) with drag light and photographing it electronically with a CCD-camera (15). A Fourier transformation is made in order to get a spectrum of the intensity in the picture obtained. At least two pictures are taken in a row with drag light from various directions, with an angle of 30-120 degrees between the light directions as projected on the plane of the surface. A Fourier transformation is made on each picture. The entire spectrum or a part of the spectrum of each picture is taken and added to the spectrum in order to create an approximation of the accurate spectrum of the surface. From each picture the mean value of the light of the picture is subtracted before making the Fourier transformation.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide